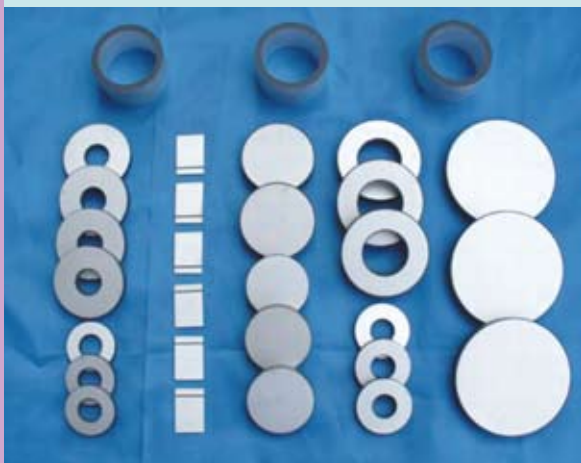


壓電陶瓷 及導電陶瓷

「壓電陶瓷」和「導電陶瓷」是21世紀的新興電子材料，它們的來源廣泛，而且就在我們的周遭環境中。它們具有性能穩定、強度高、耐腐蝕和耐高溫的特性，在光、電、磁、聲等方面有特殊的應用。

■ 蘇明德



● 各種壓電陶瓷晶片

可以進行能量轉換

壓電陶瓷是一種可以使電能和機械能相互轉換的特殊陶瓷材料。它主要是藉由燒結而形成的一種多晶材料，與普通的單晶壓電材料相比，有相當多的優點，例如價格低廉、容易加工成各種不同形狀的元件、能大量生產等，因此頗受人們的青睞。

壓電陶瓷是由許多粒徑在幾個微米左右的小晶粒所組成，主要成分是鉛、鈦和鋇的氧化物。在燒結的製備過程中，這些小晶粒在高壓電場的作用下，會有規則地排列而帶有壓電性。

雖然壓電陶瓷的種類很多，但比較有發展前途的是鈦酸鋇和鋇鈦酸鉛的壓電陶瓷。除此之外，一些多成分的複合型壓電陶瓷，像是鋇鈦酸鉛鏷等，不僅有良好的壓電性能，還可以做成透明壓電陶瓷，使得壓電陶瓷的應用可以推廣到光電領域中。因此，它們也是一種很有應用潛力的新型壓電陶瓷材料。

壓電陶瓷的主要功能是使得機械能與電能可以相互轉換。

雖然傳統陶瓷良好的絕緣性給人們留下了不可磨滅的印象，但是一些新型陶瓷能夠導電，卻是無可爭議的事實。

壓電陶瓷的主要功能是使得機械能與電能可以相互轉換。對壓電陶瓷施加壓力時，它就會產生電位差；如果對壓電陶瓷施加電壓，它就會產生機械應力。如果對壓電陶瓷施加一個高頻振動，它就會產生高頻電流；如果在壓電陶瓷上施加高頻的電訊號，它就會產生高頻的機械振動。

壓電陶瓷的一種應用是利用它把機械能轉換成電能，而製成高壓電源，使用在點火、觸發、引爆等目的上，例如煤氣爐的自動點火裝置，就是利用這個原理製成的。在這裝置內，有一塊壓電陶瓷，當轉動按鈕時，一支被強力彈簧控制的撞擊針會擊打在壓電陶瓷上，瞬間放出高達幾萬伏特的火花，點燃氣閥中噴出的錐形氣流。這種點火裝置的點火次數可以達到10萬次以上，使用壽命可以達到20~30年之久。

壓電陶瓷的另一種應用是把電能轉換成機械能。例如設計師通常在兒童的電子玩具小動物的肚子裡，裝上用壓電陶瓷做成的蜂鳴器。當電源接通後，壓電陶瓷便在電壓作用下變形而產生振動，進而發出人耳可以聽到的聲

音，像是玩具小狗發出「汪汪」的叫聲，或玩具小貓發出「喵喵」的叫聲。

壓電陶瓷還有一種應用是把它做為振動器使用，可做成濾波器、變形器、換能器等電子元件，用在電視、通訊、計算機等裝置上。因為壓電陶瓷在電場作用下，會變形而引起振動，所以當電場的頻率與壓電陶瓷固有的頻率之一相同時，就會產生共振。由於共振時壓電陶瓷的振幅比一般頻率下的振幅大上數百倍，可以在最大效率的情形下轉變成機械能，因此用壓電陶瓷做為振動器，在外界電壓的作用下，可以得到各種特定頻率的振動，適合不同場合使用。

能以不同方式導電

顧名思義，導電陶瓷是一類能導電的陶瓷材料。雖然傳統陶瓷良好的絕緣性給人們留下了不可磨滅的印象，但是一些新型陶瓷能夠導電，卻是無可爭議的事實。例如用碳化矽製成的陶瓷是電的優良導體，而用氧化物或複合氧化物製成的新型陶瓷材料，可以是良好的絕緣體，也可以是電子的導體、離子的導體或半導體等。



● 電子導電陶瓷

電子導電陶瓷 電子導電陶瓷是依靠加熱或以其他方法啟動後，產生自由電子，在外加電場的作用下，進行導電的一種陶瓷材料。

現在常用的電子導電陶瓷材料，主要是碳化矽和二矽化鉬。而目前主要的新型電子導電陶瓷材料可以分成兩種：一種是氧化物陶瓷，例如氧化鋯陶瓷、氧化鈦陶瓷等；另一種是複合氧化物組成的陶瓷，如鉻酸鋇陶瓷等。

新型的電子導電陶瓷材料的最大優點，是有良好的耐高溫性和抗氧化能力。它們是高溫電子設備的優良電熱材料，因此常稱作新型高溫電子導體材料。

鎳鉻絲是常用的一種金屬電熱材料，但由於在高溫下會氧化，因此在空氣中的最高使用溫

壓電陶瓷及導電陶瓷材料不僅改變了我們身處的環境，也使我們的生活日益美滿。

度只有攝氏1,100度。即使是價格昂貴，而且抗氧化性好的貴金屬絲，例如鉑絲和鎳絲，最高的使用溫度也只有攝氏1,600度左右。常用的電子導電陶瓷材料，碳化矽的最高使用溫度是攝氏1,450度，二矽化鋁是攝氏1,650度。

新型的電子導電陶瓷材料的使用溫度就更高了，因此它們也常應用在高溫電子設備中，例如穩定狀態的氧化鋯陶瓷的最高使用溫度是攝氏2,000度，氧化鈦陶瓷的最高使用溫度甚至可以達到攝氏2,500度。

電子導電陶瓷不僅是良好的電熱材料，也是磁流體發電機優先考慮使用的電極材料。尤其是鉻酸鋁陶瓷，不但可以耐高溫、抗氧化，而且在空氣中的使用壽命長，在攝氏1,800度的高溫下，可以使用1,700個小時以上。

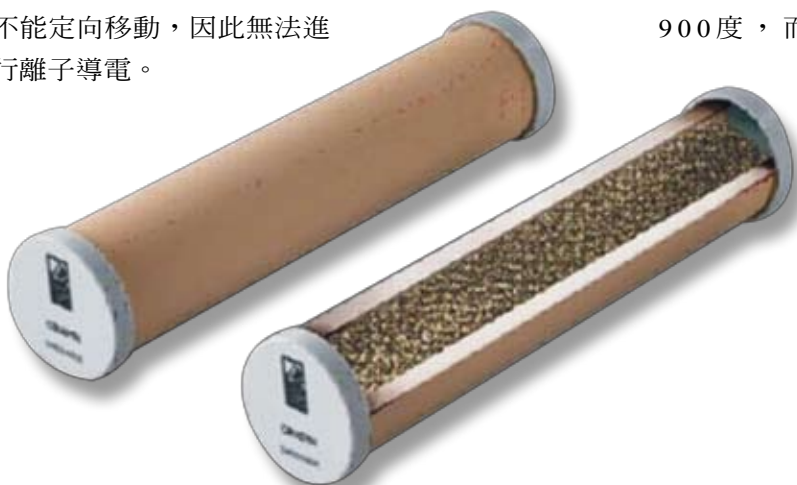
離子導電陶瓷 離子導電陶瓷是一種像電解質溶液或電解質熔融體，具有高離子導電性的固體陶瓷材料，又稱作離子導體。

所謂離子導電性，是指物質的導電是依靠自由離子的定向遷移所完成的。也就是說，在外加電場的作用下，自由的正離子向電源的負極移動，同時自由的負離子向電源的正極遷移，產生搬運電荷的作用。

像氯化鈉、硝酸鈉、硫酸鉀等類的強電解質，它們的自由離子只存在於水溶液中或熔融狀態中，因此在外加電場的作用下，它們的水溶液或熔融液可以進行離子導電。然而，當它們處在固體狀態時，由於離子被束縛在晶格的定點上，沒有自由離子的存在，即便是在外加電場的作用下，離子也不能定向移動，因此無法進行離子導電。

固體狀態的離子導電陶瓷又是怎樣實現離子導電的現象呢？在離子導電陶瓷的結構中，有大量的缺陷、空洞、通道等，使得離子可以遷移，而產生搬運電荷的作用。被遷移的離子可以是陽離子，也可以是陰離子。例如， β -氧化鋁陶瓷是典型的陽離子導電體，主要依靠鈉離子的遷移而導電。相對地，氧化鋯陶瓷是陰離子導電體，主要依靠氧負離子的遷移而導電。

值得一提的是，離子導電陶瓷的工作溫度有相當大的不同。像是摻雜的氧化鋯陶瓷的工作溫度是攝氏900度，而



● 複合銀離子精細陶瓷濾芯



● 氧化鋁陶瓷導電棒

β -氧化鋁陶瓷的工作溫度只有攝氏300度。

離子導電陶瓷也可以用來製作一些新型的固態電池，例如鈉-硫電池，未來很有希望應用在汽車電源和儲電電源上。這種電池的組成不同於普通的化學電池，電池的負極是熔融的金屬鈉，正極是熔融的硫和多硫化物，電池的電解質則採用固體的 β -氧化鋁陶瓷，工作溫度是攝氏300~350度。再如，高溫氫-氧燃料電池也是很有開發前途的一種燃料電池，對於氫能的開發利用特別有價值。這種燃料電池的電解質與普通的燃料電池不同，它採用摻有雜質的氧化鋯陶

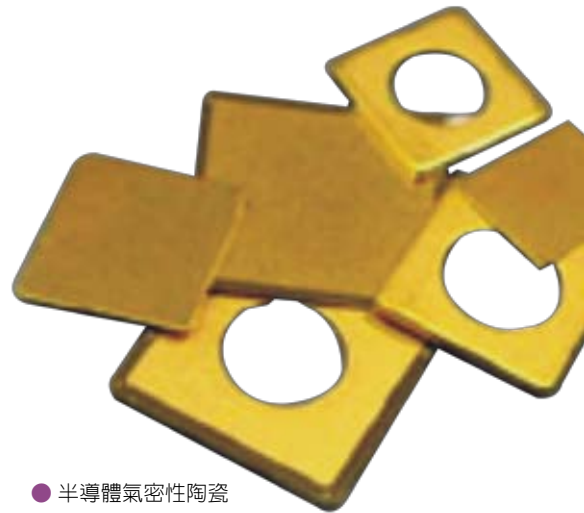
瓷，工作溫度則是攝氏1,000度。

另外，還可以利用離子導電陶瓷的離子遷移特性，製成離子選擇電極的選擇膜，也就是離子濃度感測器，進而快速、準確地量測被測離子的濃度，甚至可以用來提煉純金屬等。

半導體陶瓷 半導體陶瓷是具有半導體性能的一類陶瓷，主要有鈦酸鐵陶瓷和氧化鋅陶瓷。

半導體陶瓷可以做為氣體感測材料，有著廣闊的應用前景。由於半導體陶瓷對一些氣體有高度的靈敏度，使用的溫度也可以比較高，一般來說，可以達到攝氏200~300度，因此可以用來檢測包括氧化性氣體、還原性氣體和可燃性氣體的各類氣體。例如：用薄膜氧化鋅陶瓷可以檢測氫氣、氧氣、乙烯、丙烯等氣體；用氧化鋅氣體感測材料可以檢測甲烷、乙烷等可燃性氣體。

在工業上，半導體陶瓷可用來對一些特殊氣體進行檢測和控制，例如煤礦開採中瓦斯的檢測和控制、煤氣運送，以及在化工生產中管道氣體洩漏的監測等。



● 半導體氣密性陶瓷

此外，半導體陶瓷還可以做成各種電子元件。例如，鈦酸鋇陶瓷可以用於定溫發熱體、溫度檢測元件等；氧化鋅半導體陶瓷可以用於各種電氣和電子線路的穩壓元件等。今後的發展方向，除了不斷地開發新的半導體陶瓷材料外，另外一個重要課題是如何提高對氣體的選擇吸附。

這麼多種的壓電陶瓷及導電陶瓷材料，不僅改變了我們身處的環境，也使我們的生活日益美滿。你也可以來試試看，尋找有趣、神奇的壓電或導電陶瓷材料，也許下一世紀的某種新奇陶瓷材料就是你的發明呢！

蘇明德

嘉義大學應用化學系